

## 連系線に係わる利用・混雑処理方法について～欧州の状況～

産業研究ユニット 電力・原子力・石炭グループ グループリーダー 小笠原 潤一

### 1. 問題の所在

#### 1-1 連系線とそれに係わる諸問題

連系線とは系統制御区域を跨る送電設備を指す。わが国の場合には会社間連系設備が該当し、原則 1 点連系されており、利用計画を基本とした運用が行われている。これに対し欧米では、系統制御区域間が多点で連系されていることが多く、物理的な電気の流れ（潮流）の管理が非常に難しいのが特徴である。

こうした連系線は系統制約を考慮して設定された託送可能容量に基づき、その範囲内で利用量が決定されるが、その利用量の決定方法が利用方法であり、何らかの事象により託送可能容量を利用申込量が上回った場合に潮流をその範囲内に制限する方法が混雑処理方法である。一般の送電設備が第三者アクセス開放義務に従って公平、透明そして中立に運用される一方で、これら連系線の利用・混雑処理方法が独占的利用状態であったり、第三者の利用が困難である場合には、電力取引が行われる「市場」を連系線で区分することとなり、それだけ競争促進の上で懸念がある。

このため、電気事業規制改革に取り組んでいる日本、欧州及び米国でも、この連系線利用・混雑処理方法の公正、透明そして中立化が重要な課題となっている。しかし、複数の系統運用者が関係し、かつそれぞれの過去の経緯もあり、必ずしも十分な進展を見せているとは言い難い状況にある。本稿ではそのような連系線の利用・混雑処理方法につき、欧州における状況の概観と今後の方向性について考察を試みるものとする。

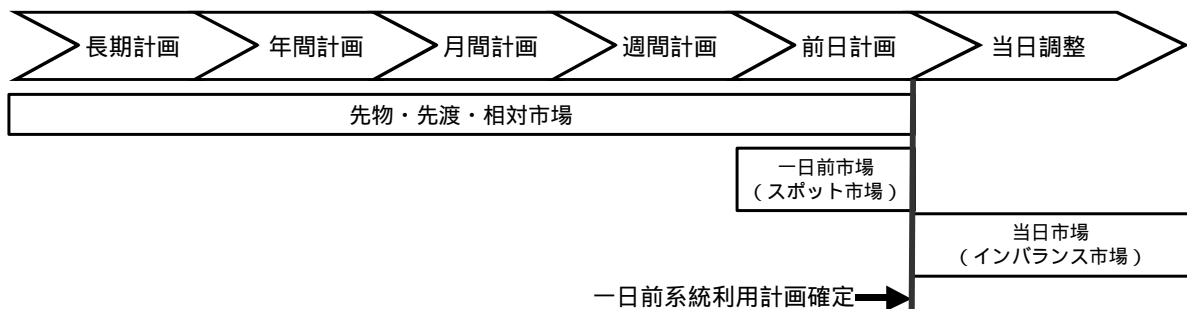
#### 1-2 連系線利用・混雑処理方法の概念

##### 1-2-1 連系線利用・混雑処理方法の概念

###### (a) 概要

連系線利用・混雑処理方法とは、系統利用計画決定段階での連系線部分（通常は一日前の特定時間までに決定）運用段階での連系線利用計画の調整（一日前の利用計画確定後から実運用段階まで）という二段階にわたった概念である。連系線利用方法とは、系統利用計画策定時での連系線利用申込に対する利用者決定方法を指し、混雑処理方法とは、そのような連系線利用申込が託送可能容量を上回った場合の優先度の決定方法、連系線利用計画確定後において、何らかの事象により託送可能容量が変化し、利用予定量が託送可能容量を上回った際の過剰分解消方法、を指す。このように、利用者決定方法と混雑処理方法の は、利用計画確定前の取扱いであるため重複している概念となり、利用方法と混雑処理方法を厳密に区分して論じることは困難となる。そこで、一連のプロセスとしてこれら概念を理解することが重要であり、以下でもそのように扱うものとする。

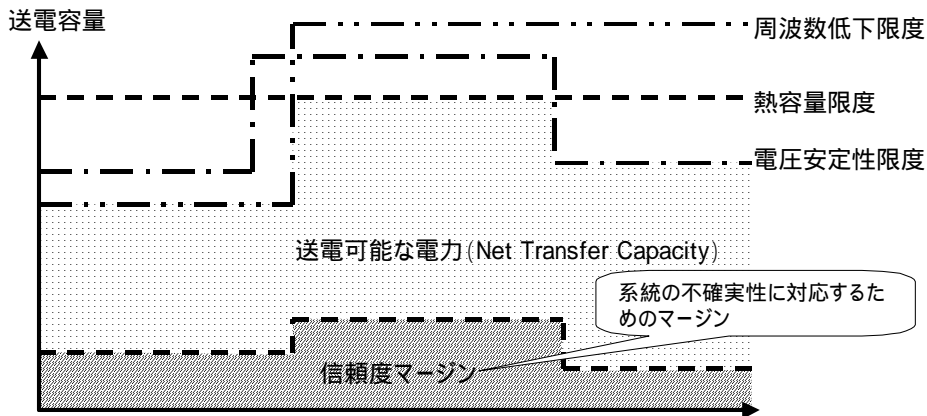
図1-1 系統利用計画の決定と時間軸



(b) 託送可能容量の決定と連系線利用・混雑処理方法

連系線の託送可能容量は、連系線を跨る系統制御区域の送電系統運用者が調整を行った上で、各種制約（熱容量限度、周波数低下限度等）を考慮した上で、送電可能な電力が計算される。図 1-2 での信頼度マージンとは、系統の不確実性に対応するためのマージンで、特に欧米では多点で連系されているため、他の連系線利用により影響を受けるループ・フロー問題へ対応するためのマージンが必要とされる。連系線の利用方法とは、ここでの「送電可能な電力」の利用計画をどのような方法で決定するかという問題であり、混雑処理方法とは利用申込が託送可能容量を上回った場合もしくは系統状況の変化等により各種制約が変化して託送可能容量を利用計画が上回った場合に取られる処理となる。

図1-2 託送可能容量の決定方法



(c) 連系線利用・混雑処理方法の意義

さて欧州及び日本において、連系線利用・混雑処理方法が重要な争点となるのは何が理由であろうか。欧州では 1996 年 EU 電力指令及び 2003 年 EU 電力指令に基づき、各国の電気事業制度の構造改革及び小売市場開放義務が課せられることとなり、送電設備も第三者アクセス開放が義務づけられることとなった。欧州では国の範囲と系統制御区域とが一致している国が大半である。<sup>1</sup> このため系統利用制度は国単位で概ね同一の仕組みが取られており、かつ同制度が法的分離された送電会社の下、公正性、透明性そして中立性を満たすよう構築されることになっている。

これに対して、国際連系設備は複数の送電系統運用者に跨って構築されており、国ごとに異なった系統利用制度を中継するものが連系線利用・混雑処理方法ということになる。国内系統利用方法が上記のように公正性、透明性そして中立性を満たすことが求められる一方で、国際連系設備が独占的な利用に止まる場合には、「国」という単位で電力市場が区分されることになり、自由化の成果を広く欧州市民に還元する（従って欧州市民は供給事業者の選択に際して地理的制約を受けない）とする欧州委員会の目標実現を阻害することになってしまう。また、概ね欧州では元来国ごとに支配的な国営発送電会社があり、それを発電会社と送電会社にアンバンドリングすることを通じて電気事業制度改革を進めてきたが、「国」という単位で電力市場が区分された場合には当該旧発送電会社発電部門（及び国によっては小売会社）の独占力が発揮可能となってしまう。

このため、別途欧州委員会が主催するフローレンス・フォーラムという国際会議において、EU 電力指令で明確に規定されていない国際連系設備利用方法・混雑処理方法が討議されており、「国際連系設備への市場原理の導入」という面で少しずつではあるが一定の進展を見せているところである。

1-2-2 連系線利用・混雑処理方法の概念

(a) 連系線利用・混雑処理方法の分類

さて、連系線利用・混雑処理方法の考え方であるが、欧州における議論では様々なレベルの手法が渾然一体と

<sup>1</sup>例外はドイツ（4 地域）、スイス（6 地域）、オーストリア（3 地域）及びデンマーク（2 地域）である。

なっており、理解が難しい状態にある。そこで ETSO の公表している文書<sup>2</sup>で用いられている文書等を参考にしつつ、筆者なりに分類を試みることにする。まず連系線利用・混雑処理方法については、計画段階と運用段階に分けて分類することが有益である。表 1-1 では混雑管理手法についてその内容と評価を行ったものである。計画段階において予め定められた連系線託送可能容量に従って混雑処理を行うものが「 先着順(事前的)」及び「 市場的手法」である。運用段階において連系線託送可能容量の変化等により生じた送電混雑の処理を行うものが「 優先度に基づく処理(取引制限)」及び「 再給電」である。

表1-1 混雑管理手法の内容と評価

		内容	費用負担	備考
先着順(事前的)		予め定め公表された運用容量を超える託送申込を、送電線管理者(=系統運用者)が受け付けないことで、混雑の発生を予防する手法。	この手法が取られる時点で混雑は発生していない(発生させない)ので、明示的な費用は発生していない。潜在的な利用者の機会損失が必要となる。	市場的手法未採用国
市場的手法	A.送電権オークション制	予め定め公表された託送可能容量に基づいて設定された当該送電線の利用権を、入札に基づくオークションで決定(オークション運営者は系統運用者又は取引所)	当該送電線を利用する者が、オークションで決定する利用料金を支払うという形で費用負担が発生。	英 = 仏連系線等
	B.市場分割	取引市場を通じた手法で、予め定め公表された当該送電線の運用容量を超えた場合、市場運営者(=取引所)が予め定められた区分けで市場(ゾーン)を分割して潮流を制限する手法	市場分割された市場間で価格差が発生し、「混雑料金」が生じる。(小売事業者の支払い額と発電事業者の受取り額の差)	北欧 Nord Pool
優先度に基づく処理(取引制限)	A.先着順(事後的)	託送予約を行った時間的順序に従って割当てた優先度に従って、送電線管理者(=系統運用者)が託送を制限する手法	託送予約をキャンセルされた事業者が、取引の制限に伴う損失という形で費用負担を行う。(インバランス料金の負担等)	伊 仏連系線等
	B.比例割当	送電混雑の発生する送電線に託送予約を行った全ての取引に対し、送電線管理者(=系統運用者)が容量に比例して各託送を制限する手法	託送予約を制限された事業者が、取引の制限に伴う損失という形で費用負担を行う。(インバランス料金の負担等)	仏 伊連系線等
	C.貢献度	送電混雑への貢献度に応じて、送電線管理者(=系統運用者)が託送を制限する手法	託送予約を制限された事業者が、取引の制限に伴う損失という形で費用負担を行う。(インバランス料金の負担等)	なし
再給電	A.再給電	送電線管理者(=系統運用者)が、地内の発電機の出力・負荷を増減させることで、託送に制限を加えずに潮流を改善させて混雑を解消させる手法(当該送電線の片側のみで行う処理と両端で協調しつつ行う処理とがある)。運用容量を実質的に増加させる効果がある。最給電のみを連系線管理手法として行う例はない。	送電線管理者(=系統運用者)が地内の発電機・需要家に対して支払う費用が発生、一義的に系統運用者が費用を負担する。通常は託送料金を通じて費用回収される。(インバランス料金・バックアップ料金の場合は個々の事業者が最終的に費用負担)	仏 西連系線等(単独ではない)
	B.逆取引	送電線管理者(=系統運用者)が、事前の入札に基づく市場を通じて最給電を行う手法。逆取引のみを連系線管理手法として行う例はない。	送電線管理者(=系統運用者)が市場を通じて決定した価格に基づき支払う費用が発生。通常は託送料金を通じて費用回収される。	スウェーデン国内等

(出所) 各種資料より筆者作成

の「先着順(事前的)」「(First come first reserve)とは、ここでは「予め定め公表された運用容量を超える託送申込を、送電線管理者(=系統運用者)が受け付けないことで、混雑の発生を予防する手法」としているが、規制改革以前より連系線を独占的契約に基づき利用していたものも「先着」として扱われる点に注意されたい。

の市場的手法のうち「A.送電権オークション制」とは、欧州では「Explicit Auctions」と呼ばれているもので、予め定め公表された託送可能容量に基づいて設定された当該送電線の利用権(年、月、日、時など一定時間の利

<sup>2</sup> ETSO, “Overview Congestion Management Methods”, 2004 年 9 月等  
([http://www.etso-net.org/activities/congestion\\_management/e\\_default.asp](http://www.etso-net.org/activities/congestion_management/e_default.asp))

用権)を、入札に基づくオークションで決定(オークション運営者は系統運用者又は取引所)する手法であり、取引方向によって一つの連系線で二つの商品がある(例えばイギリス=フランス間連系線ではイギリスからフランス向きとフランスからイギリス向き)。「B.市場分割」とは、欧州では“Market Splitting”(これが和訳で「市場分割」に対応)ないし“Implicit Auctions”と呼ばれているもので、米国では価格決定方法に着目して“Zonal Pricing”と呼ばれているものである。様々な名称を持っている手法であるが、取引市場を通じた手法で、取引市場を通じた手法で、予め定め公表された当該送電線の運用容量を超えた場合、市場運営者(=取引所)が予め定められた区分けで市場(ゾーン)を分割して潮流を制限する手法である。この場合には国際連系線利用は一日前市場を通じてのみ利用可能であり、先着順や送電権オークションのように長期の利用権を確定できない点が大きな特徴となる。<sup>3</sup>

の「優先度に基づく処理(取引制限)」「Priority Lists」とは、何らかの優先リストに基づき、運用段階で送電混雑が発生した際に、通常の運用容量に利用計画が収まるように潮流を制限する手法である。「A.先着順(事後的)」とは、託送予約を行った時間的順序に従って割当てた優先度に従って、送電線管理者(=系統運用者)が託送を制限する手法である。「B.比例割当」(Prorata)とは、送電混雑の発生する送電線に託送予約を行った全ての取引に対し、送電線管理者(=系統運用者)が容量に比例して各託送を制限する手法であり、計画段階で一旦連系線託送可能容量を超えて連系線利用予約を受けた後、運用段階において送電混雑の発生が実際に予見される場合にこの手法を用いて送電混雑解消を行うものと、計画段階では別の予約方法を採用した上で、運用段階において送電混雑の発生が実際に予見される場合にこの手法を用いて送電混雑解消を行うものがある。「C.貢献度」とは送電混雑への貢献度に応じて、送電線管理者(=系統運用者)が託送を制限する手法であり、判定の難しさもあり実際の適用例はない。

再給電(Re-dispatching)とは、送電線管理者(=系統運用者)が、地内の発電機の出力・負荷を増減させることで、託送に制限を加えずに潮流を改善させて混雑を解消させる手法(当該送電線の片側のみで行う処理と両端で協調しつつ行う処理とがある)である。この手法を用いることで、連系線利用計画の修正は必要なくなるので、運用容量を実質的に増加させる効果がある。最給電のみを連系線管理手法として行う例はない。「B.逆取引」(Counter-trading)とは、この再給電を事前の入札に基づく市場を通じて最給電を行う手法である。

このように混雑管理手法には多様な種類があるが、それぞれ混雑解消を行うために「行為」を発生させる当事者が異なることが分る。表 1-1 ではそれぞれにおいて発生する混雑処理費用の負担方法についても整理しているが、混雑の原因者が必ずしも当該費用の負担を行っていないことが分るであろう。手法によってはある連系線予約者の託送キャンセルにより、他の利用者の利用を制限させ、かつ発生する費用を負担することもある。このように混雑処理費用の負担方法によっては、単一の系統制御区域内の系統利用と全く異なった取引リスクを生じさせることになり、費用負担の面からの検証も不可欠と言える。

#### (b) ネットティング(Netting)及び“Use-it-or-lose-it”原則

“ネットティング(Netting)”とは、運用容量に基づいて託送計画を管理する際に、相殺潮流の効果を認めることを指し、この相殺効果によって一方方向で生じた送電制約よりも多くの連系線利用を行うことが可能となる。但し、双方向を整合的に管理する必要があるため、両サイドの系統運用者が密接に協力することが不可欠であるが、欧州では片方向のみで管理されることも多く、ネットティングが認められていないことが多い模様である。

次に use-it-or-lose-it 原則には、必要な使用通知(利用計画の提出)を行わない場合に獲得した利用権を失う、実際に利用されなかった場合に獲得した利用権を失う、という二つの考え方がある。EU では混雑管理ガイドライン第 8 条において、「どんな使われていない容量も、その他の事業者にも利用可能とすべき(use-it-or-lose-it 原則)、これは通知手続きを工夫することで実行されることが可能。」とされており、前者の意味で用いられている模様である。

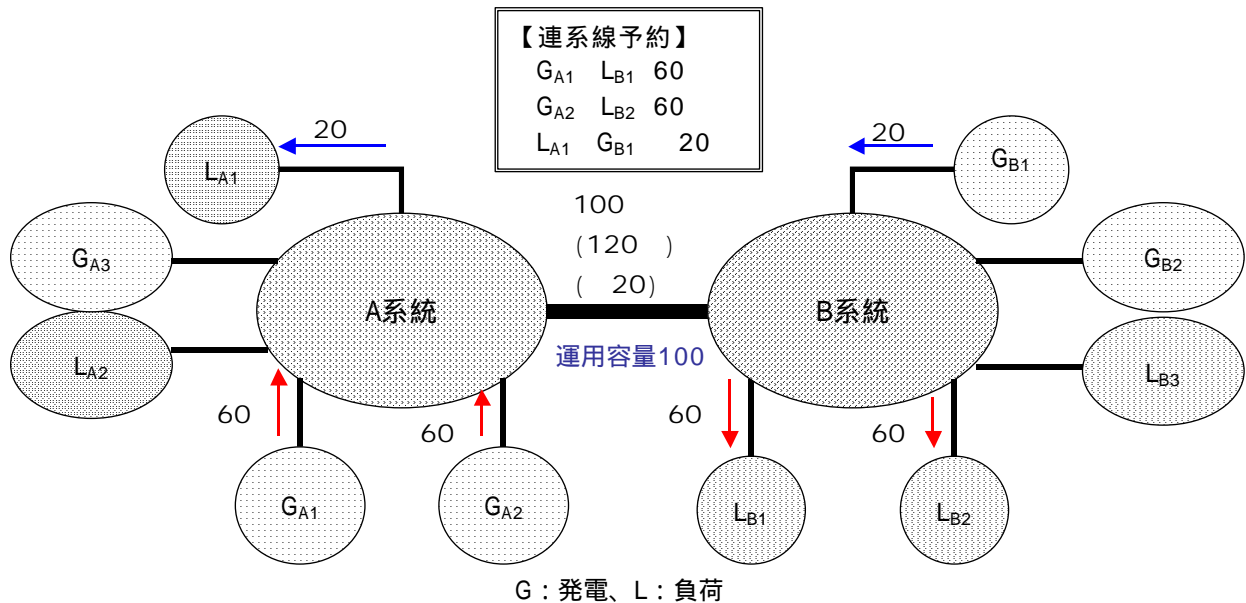
#### (c) 例による説明

具体的な例を用いて上記の手法を説明することにする。まず基本モデルとして図 1-3 のような A 系統と B 系統から成る系統と連系線を想定する。連系線の運用容量は 100 に制限されており、初期段階において A 系統から B

<sup>3</sup> もちろん相対取引での「差額契約」(Contract for Difference)を通じて、連系設備を介した長期の卸電力取引契約を事業者間で結ぶことは可能である。

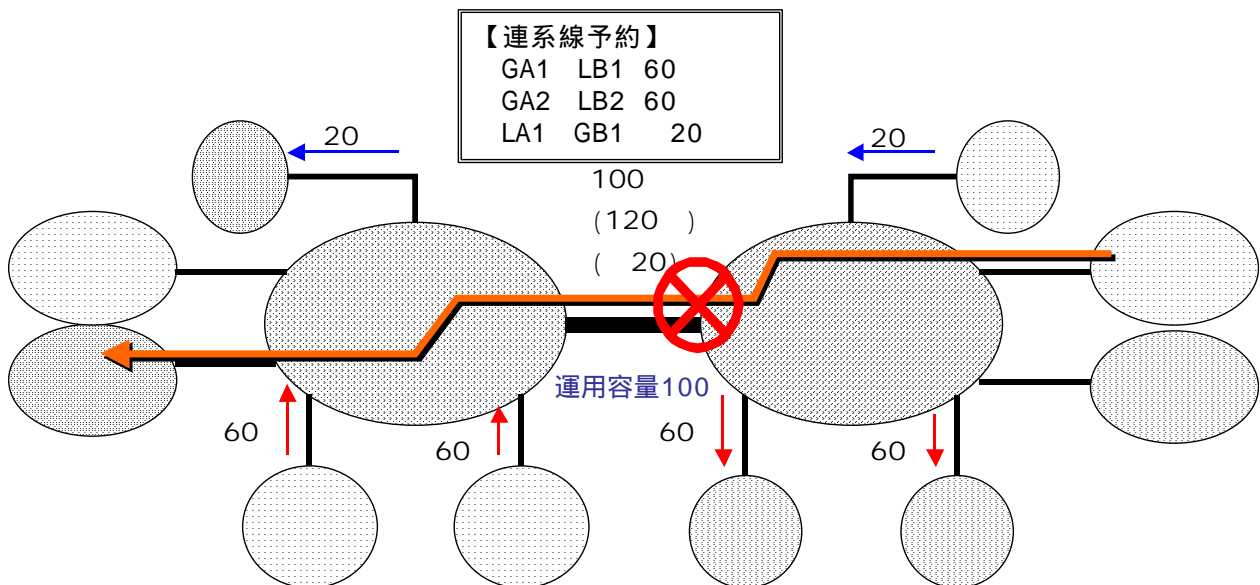
系統への 120 の潮流と B 系統から A 系統への 20 の利用計画があり、相殺されて運用容量に収まっている状態にある。なお紙面の都合上、各分野で一例のみの説明とする。

図1-3 基本モデル



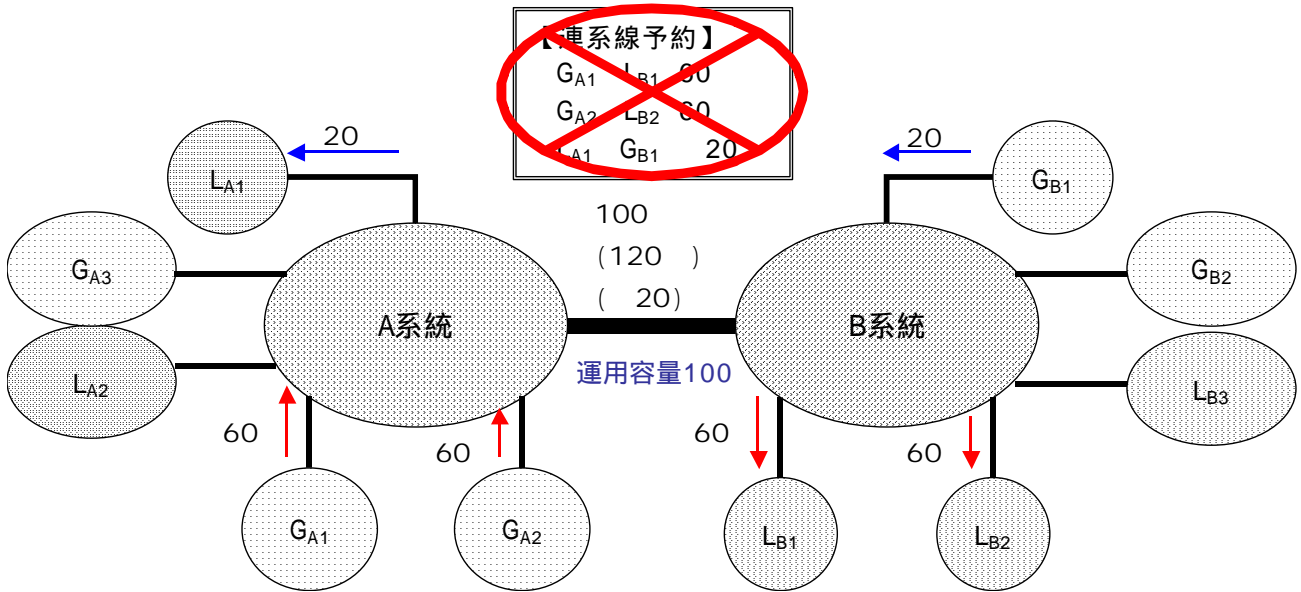
まず「先着順(事前的)」では図 1-4 のように G<sub>B2</sub> から L<sub>A2</sub> へ新規の託送申込みをしても、送電線管理者はそれを受付けないのがこの手法である。この場合には先着順で締め切られた事業者の潜在的な機会損失が全体での費用となるのみとなる。なお、運用段階で混雑が発生した場合には、他の手段で混雑解消を行う必要がある。

図1-4 先着順(事前的)の概要



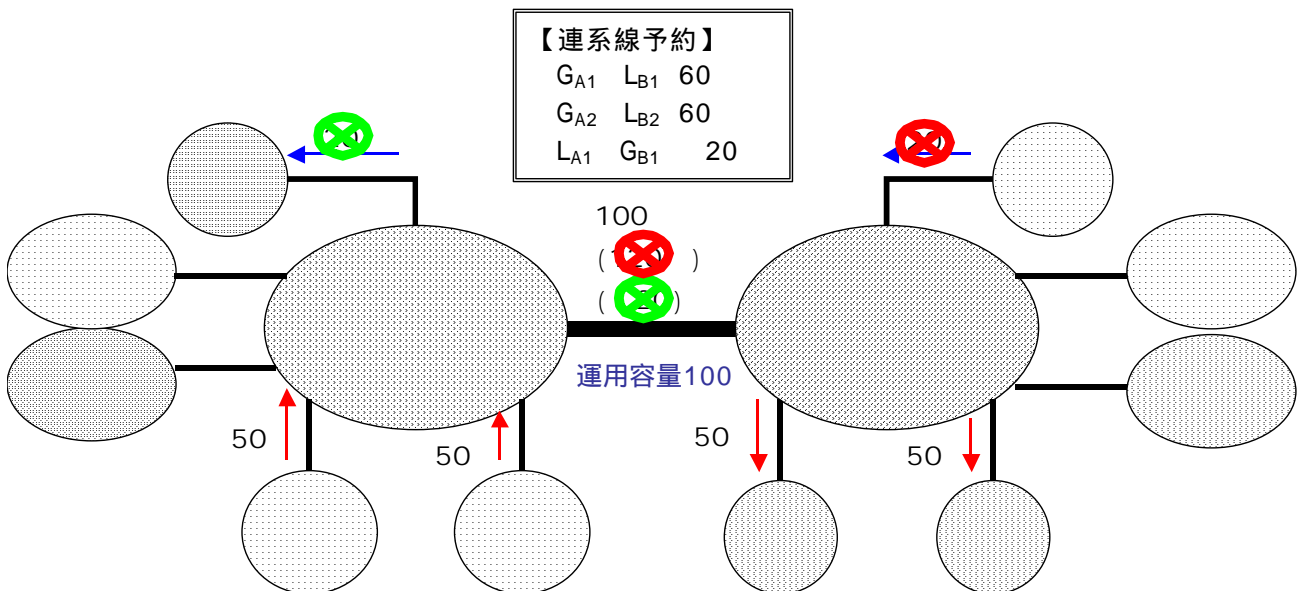
「市場分割方式」では取引所の運営する一日前市場に連系線利用を希望する事業者が入札を行い、その入札価格に応じて連系線潮流が決定するので、図 1-5 のように特定の託送に係わる連系線予約という概念は生じない。この例では運用容量内に連系線計画潮流が収まっており、市場分割は行われず。仮に G<sub>A3</sub> も入札に参加した場合には、市場分割が行われ、入札価格の低い順番に G<sub>A1</sub>、G<sub>A2</sub> 及び G<sub>A3</sub> の発電量が決定することになる。なお、運用段階で混雑が発生した場合には、他の手段で混雑解消を行う必要がある。市場分割方式の場合には、市場分割された市場間で価格差が発生し、「混雑料金」が生じる(小売事業者の支払い額と発電事業者の受取り額の差と等しい)。

図1-5 市場分割方式の概要



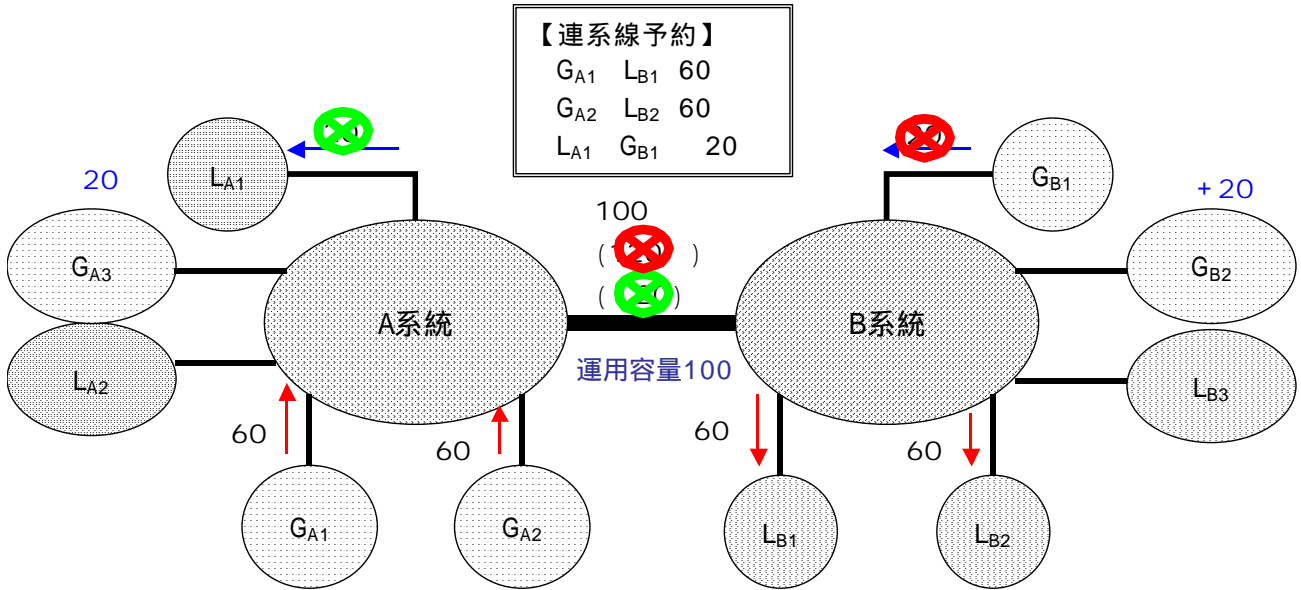
次に運用段階での混雑処理について説明する。A 系統と B 系統を結ぶ連系線で、A 系統から B 系統へ託送予約が多く発生しており、ここで GB1 から LA1 への託送がキャンセルされたことで、送電混雑が発生する状況を想定する。比例割当方式の場合、図 1-6 のように GB1 から LA1 への託送キャンセルにより連系線の運用容量を超えた潮流が 120 発生する計画となる。20 だけの超過潮流を減少させるため、GA1、LB1 の 60 及び GA2、LB2 の 60 の両者をそれぞれ 10 減じることで合計 100 の潮流として混雑解消を行う。この場合には託送予約を制限された事業者が、取引の制限に伴う損失（インバランス料金の負担等）という形で費用負担を行う。

図1-6 比例割当方式の概要



次に再給電方式の場合、同様に GB1 から LA1 への託送キャンセルにより連系線の運用容量を超えた潮流が 120 発生する計画となる。そこで系統運用者は A 系統の GA3 の出力を 20 減少させ、B 系統の GB2 の出力を 20 増加させることで、連系線への潮流を減少させ、他の連系線利用計画はそのままに送電混雑を解消させる。この場合には、送電線管理者（= 系統運用者）が地内の発電機・需要家に対して支払う費用が発生し、一義的に送電系統運用者が費用を負担する。通常は託送料金を通じて費用回収される（インバランス料金・バックアップ料金の場合は個々の事業者が最終的に費用負担）。

図1-7 再給電方式の概要

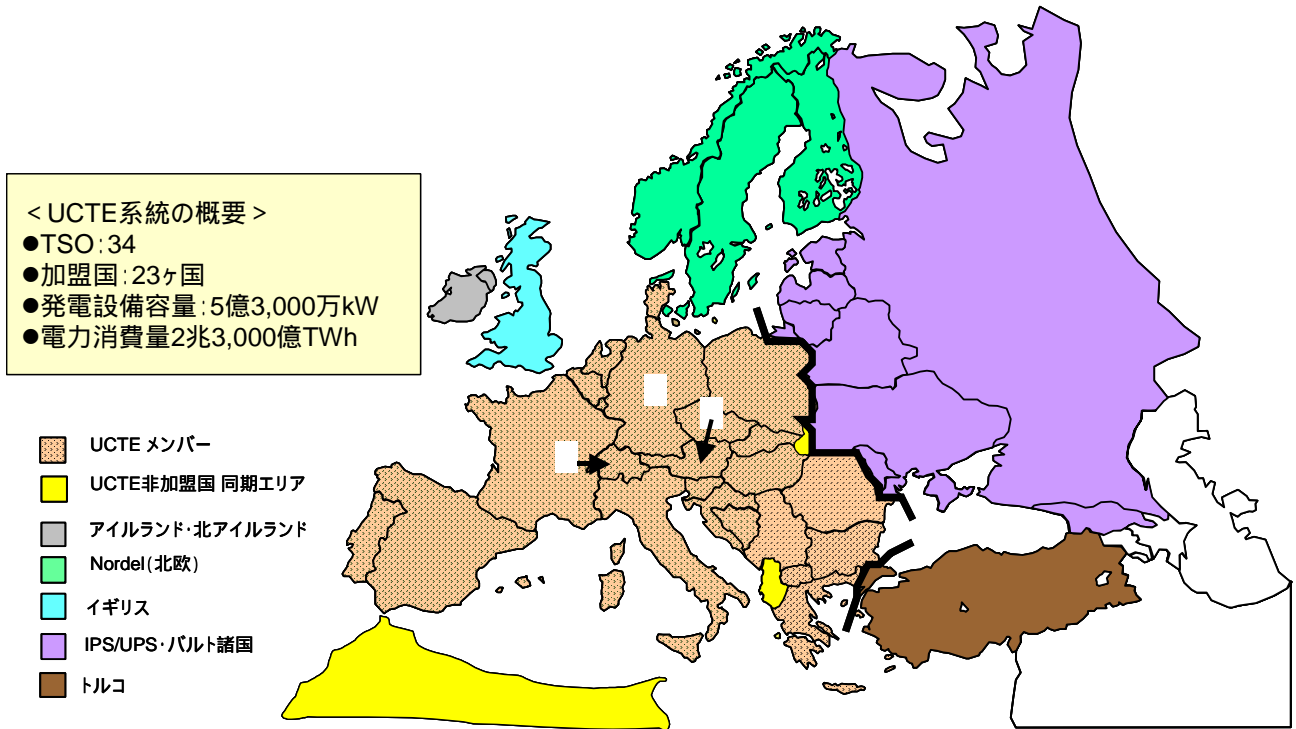


2. 欧州における連系線利用・混雑処理方法

2-1 欧州における連系線とは

欧州は大陸欧州の大半に跨る同期系統となっている UCTE 系統と、北欧の Nordel 系統、イギリス系統等に分かれており、UCTE 系統はドイツ 4 地域、スイス 6 地域及びオーストリア 3 地域を別とすると各国に 1 送電会社となる系統制御区域で構成されている。従って上記 3 ケ国の例を除き、送電系統制御区域を跨る連系設備とは、各国を結ぶ国際連系線とほぼ同一であり、欧州における連系線の議論はこの国を跨った国際連系線が議論の対象となっている。

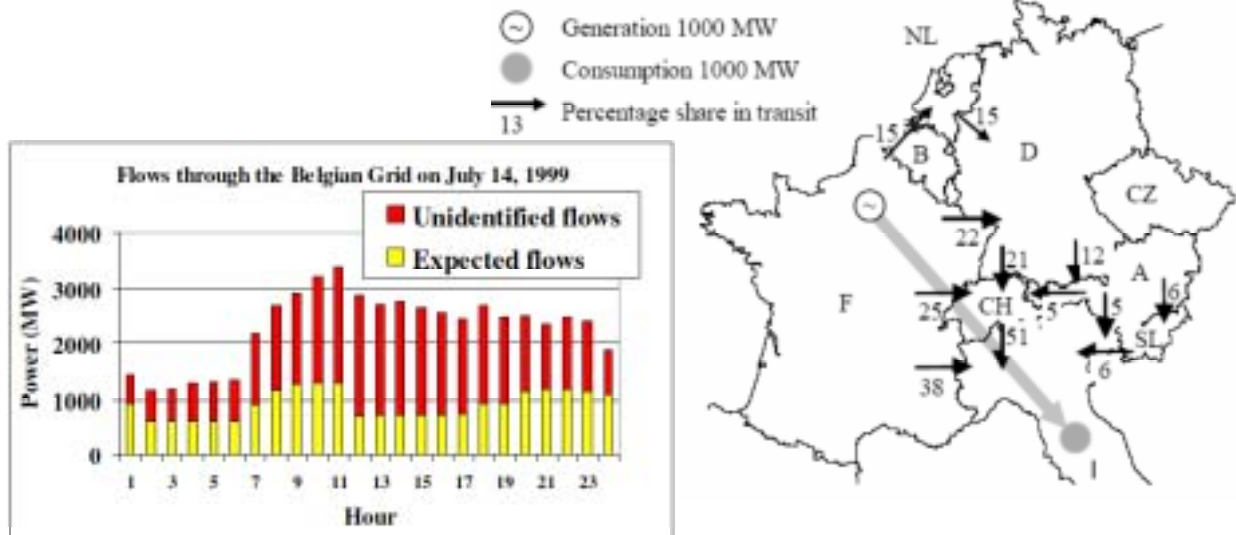
図2-1 UCTE 系統と各国の送電系統運用者数



(出所) UCTE 資料より作成

各国は 1 点～複数点で連系線が結ばれており、欧州で送電設備に分類される 220kV 以上でも「網の目」のように送電線が敷設されている。このため、例えばフランスからイタリアに託送する場合、図 2-2 のようにフランスからイタリアに直接連系されているフランス＝イタリア連系線を介するものの他、フランス ベルギー ドイツ スイス イタリア等、物理的に連系されている多様なルートを通してイタリアまで電気が運ばれることになる。図 2-2 の左図はベルギーにおける連系線潮流の状況を表わしたものであるが、ベルギーはフランスとドイツに挟まれた小国であることもあり、フランスとドイツへの輸出入の通り道となりやすく、事前の系統・連系線利用計画で予測される潮流と実績値が全く異なるという状況が生じやすい構造にある。

図2-2 欧州におけるループ・フロー問題



(出所) Janusz W. Bialek, “Recent Blackouts in US and Continental Europe: Is Liberalisation to Blame?”, CMI Working Paper 34, 2004 年 1 月

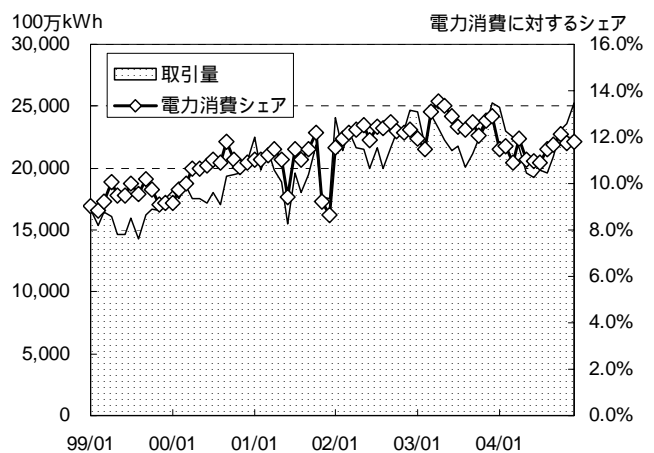
2-2 欧州における連系線の利用状況

2-2-1 欧州における連系線の利用実績

欧州における連系線の利用状況を表わしたものが図 2-3 である。ここでは 1999 年以降の毎月の国際電力取引量とその電力消費に対するシェアを示している。UCTE では 1975 年以降のトレンドも公表しているが、ほぼ一貫して国際電力取引量とその電力消費量に対するシェアは増加傾向にあり、他国への供給力依存や季節ごとの地域間価格差を利用した電力取引が増加していることが伺える。

次に図 2-4 は UCTE エリア内における各国間の送電混雑の状況を表わしたものである。色の濃い矢印ほど送電混雑が多発していることが示されている。これによるとスイスやオーストリアといった中継国を跨る連系線で送電混雑が常時生じていることが分る。ここで注意して頂きたいのは、図において矢印が同一方向に二つある場合があることである。これは同一連系線の同一潮流方向であっても、両サイドの送電系統運用者がそれぞれ管理する場合があり、そのようなケースでは各々に託送容量が割当てられ、かつ管理することとなり、同一方向の潮流であっても送電混雑の発生比率が異なる現象が生じるのである。

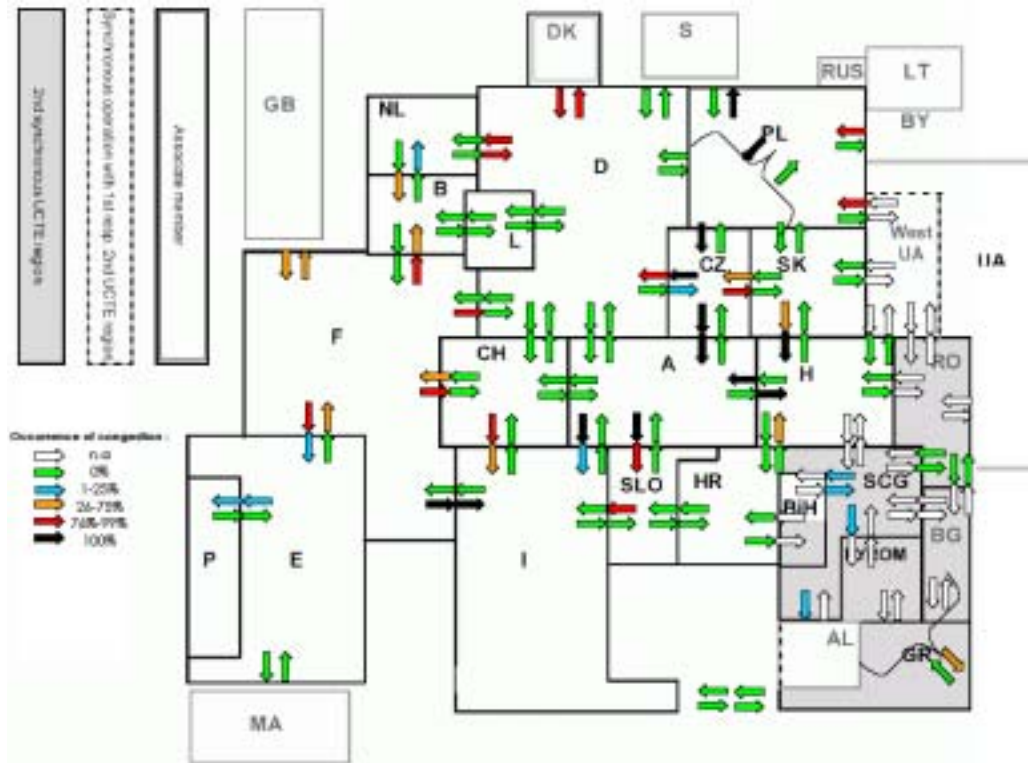
図2-3 UCTE エリアでの輸出入量



(注) データの都合上、現在の UCTE 加盟国ではなく、ドイツ、フランス、オランダ等、18 ヶ国分のみを集計  
(出所) UCTE



図2-4 UCTE エリア内での各国間送電混雑状況



(出所) UCTE, “UCTE SYSTEM ADEQUACY RETROSPECT 2003”, 2004 年 6 月

2-2-2 各国際連系線における混雑管理手法

欧州における各国際連系線における混雑管理手法は、表 2-1 及び表 2-2 の通りである。なおアクセス制限とは ETSO によると垂直統合型事業者又は、連系線に接続する系統を所有しない 1 ないし複数独立会社により割当てられたアクセスのみを認め、それ以外の利用を認めない手法である。<sup>4</sup> なお表 2-1・表 2-2 の分類は、計画段階における連系線利用に重点を置いたものであり、運用段階で採用される再給電等は分類の対象となっていない点に注意されたい。むしろ現段階では市場分割や送電権オークションといった計画段階における市場的手法の採用があまり進展していないことに焦点が当てられる表となっている。また潮流方向により混雑処理方法が異なる例も多く、欧州の国際連系線利用は非常に複雑であり、かつ多様なリスクを抱えているということが言える。

表2-1 欧州各連系線における混雑管理手法

手法	国際連系線	潮流方向 ( ) 内は潮流管理者	TSOによる 共同の有無
アクセス制限	フィンランド=ロシア	ロシア フィンランド	あり
	ドイツ=スウェーデン	双方向	あり
	ポーランド=スウェーデン	双方向	あり
優先リスト	オーストリア (APG) = オーストリア (TIRAG)	双方向	あり
	オーストリア (APG) = オーストリア (VKW - UNG)	双方向	あり
	オーストリア=ドイツ	双方向 (A)	なし
	オーストリア=スイス	オーストリア スイス (オーストリア)	なし
	フランス=ベルギー	フランス ベルギー	あり
	ベルギー=フランス	ベルギー フランス (ベルギー)	なし
	フランス=ドイツ	フランス ドイツ (フランス)	なし
	フランス=スペイン	フランス スペイン (フランス)	なし
	フランス=スイス	フランス スイス	なし

(出所) ETSO, “An Overview of Current Cross-border Congestion Management Methods in Europe”, 2004 年 9 月

<sup>4</sup> 表 1-1 においてはアクセス制限は「先着順 (事前的)」に分類される。

表2-2 欧州各連系線における混雑管理手法

手法	国際連系線	潮流方向 ( )内は潮流管理者	TSOによる 共同の有無
比例割当	オーストリア=ハンガリー	ハンガリー オーストリア	あり
	オーストリア=スロベニア	双方向(オーストリア)	なし
	オーストリア=イタリア	双方向	なし
	ベルギー=フランス	ベルギー フランス(フランス)	なし
	フランス=ドイツ	ドイツ フランス(フランス)	なし
	フランス=イタリア	双方向	あり
	フランス=スペイン	スペイン フランス(フランス)	なし
	フランス=スイス	スイス フランス(フランス)	なし
	イタリア=ギリシャ	双方向(イタリア)	なし
	イタリア=スロベニア	双方向(イタリア)	なし
イタリア=スイス	双方向(イタリア)	なし	
明示的オークション (送電権オークション)	オーストリア=チェコ	双方向	あり
	オーストリア=ハンガリー	オーストリア ハンガリー	なし
	ベルギー=オランダ	双方向	あり
	チェコ=スロバキア	双方向	あり
	デンマーク東部=ドイツ	双方向	あり
	デンマーク西部=ドイツ	双方向	あり
	フランス=イギリス	双方向	あり
	ドイツ=チェコ	双方向	あり
	ドイツ=オランダ	双方向	あり
	ドイツ=ポーランド <sup>(注1)</sup>	双方向	なし
	ギリシャ=イタリア	双方向(ギリシャ)	なし
	ハンガリー=スロバキア	双方向	なし
	ポーランド=チェコ	双方向	なし
	ポーランド=スロバキア <sup>(注1)</sup>	双方向	なし
イギリス=アイルランド	双方向	あり	
市場分割	北欧地域内の全国際連系線(デンマーク東西、フィンランド、ノルウェー、スウェーデン)	全て	あり
割当メカニズム無し	オーストリア=スイス	スイス オーストリア(オーストリア)	なし
	ドイツ=オーストリア	双方向(ドイツ)	なし
	ドイツ=スイス	双方向(ドイツ)	なし
	ドイツ=フランス	双方向(ドイツ)	なし
その他の法的枠組み	オーストリア=スイス	双方向(スイス)	なし
	フランス=スイス	双方向(スイス)	なし
	ドイツ=スイス	双方向(スイス)	なし
	イタリア=スイス	双方向(スイス)	なし
その他	オーストリア=スロベニア	オーストリア スロベニア(スロベニア)	-
	イタリア=スロベニア	スロベニア イタリア(スロベニア)	-
	ポーランド=ベラルーシ	双方向(ポーランド)	-
	ポーランド=ウクライナ	双方向(ポーランド)	-
	スペイン=フランス	双方向(スペイン)	-
	スペイン=モロッコ	双方向(スペイン)	-
	スペイン=ポルトガル <sup>(注2)</sup>	双方向(スペイン)	-

(注1) 2005年1月1日より開始予定

(注2) イベリア市場(MIBEL)開始日より新しい調整的な手法が実施される。

(出所) ETSO, "An Overview of Current Cross-border Congestion Management Methods in Europe", 2004年9月

## 2-3 欧州における連系線利用に係わる議論状況

### 2-3-1 フローレンス・フォーラム

フローレンス・フォーラムとは、正確には「フローレンス電力規制フォーラム(the Electricity Regulatory Forum of Florence)」と呼ばれ、1998年より約年2回のペースで開催しており、現在までに11回開催されている。欧州では1996年電力指令(Electricity directive 96/92/EC)及び2003年新電力指令(Electricity directive 2003/54/EC)では十分扱うことのできない各国間の調和(harmonisation)を達成するため、欧州委員会が主催する形で、各国の電力規制当局に加えて利害関係団体の代表者等が集まり合意を形成するための会議がこのフローレンス・フォーラムである。

このフォーラムでは、主に国際的電力取引の枠組とそれに対応するための各国制度の在り方について検討が行われている。中でも国際電力取引に適用される託送料金とその変更に伴う各種調整の枠組（TSO 間補償メカニズム、託送料金の調和等）と、国際連系線での混雑管理方法（国際連系線の容量割当方法を含む）が議論の中心となっていたが、最近では供給信頼度の維持に係わる問題も検討の対象にのぼるようになってきている。

混雑管理問題は比較的早い段階からフォーラムの議題となっているもので、討議内容が公表されるようになった第 3 回以降を見ても第 4 回から議題にのぼっているテーマである。

### 2-3-2 混雑ガイドライン

国際連系線の混雑管理は、上述の通り早い段階から重要な課題と認識されていたが、2003 年 EU 電力指令と同時に発効した「国際電力取引にかかわる系統アクセス条件に関する規則」(REGULATION (EC) No 1228/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2003 on conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity) において、「混雑管理ガイドライン」(Guidelines on the management and allocation of available transfer capacity of interconnections between national systems) が盛り込まれ、各国がこれに従った国際連系線混雑処理方法を採用することが求められている。その中で述べられている主要な内容は以下の通りである。

**一般原則**：混雑管理手法は効率的なネットワーク利用と最適な電源立地に適切なインセンティブを提供するものである必要があり、非差別性、透明性の原則が満たされる必要がある。送電容量を最大限利用するため、ネットティングの使用と use-it-or-lose-it の原則の適用が求められ、送電系統運用者も確実である限り、大小を問わず利用可能な送電容量に関する情報を提供すべき。

**長期契約の位置付け**：契約更新時に特別な取扱いを認めないこと、他の契約種別と同列に扱いかつ送電容量を最大限利用するため物理的送電権の形式から金融的送電権へ変換することが推奨されている。

**情報提供**：送電系統運用者が託送可能容量に関する情報（計算方法と関連データ）を提供すること、少なくとも次週分の託送可能容量の予測値に関して公表することが求められている。

**好ましい混雑管理手法**：市場参加者と送電系統運用者に対し適切な価格シグナルを提供するもの、具体的にはオークション及び国際間協調再給電が推奨された。市場分割方式は国際連系線の両側で電力取引所を設置することが必要であり、短期的な実施は難しいと位置付けられている。

**オークション**：提供可能な送電容量を全てオークションに提供し、ニーズに従った商品設計（期間等）が行われるべきとされている。その一方で市場操作の可能性に配慮し、キャップの導入も許容している。また、市場の流動化のため獲得した送電権は、自由に売買を行うことを認めるべき、としている。

**混雑管理システムの適用プロセス**：各国もしくは各送電系統運用者間の相対交渉に基づくべき、とされている。その一方で、現状のボトルネック状況にと市場分割方式に関する調査を行う要請をしている。

このように、欧州では送電権オークションと市場分割方式、そして国際間協調再給電が好ましい手法として位置付けられている。ここで国際間協調再給電とは、表 1-1 で言う再給電を両サイドの送電系統運用者の協調の下で実施する手法である。

### 2-3-3 混雑ガイドラインの修正

#### (a) 概要

2004 年 9 月 16 日～17 日に開催された第 11 回フローレンス・フォーラムでは、国際電力取引に関する規則 1228/2003 の一部を構成している混雑管理ガイドラインの修正提案が欧州委員会により行われた。規則でも第 8 条(4)において、欧州委員会に混雑管理ガイドラインの修正を求めていることに沿った措置である。現行の混雑管理ガイドラインは、2000 年 11 月 9 日～10 日に開催された第 6 回フローレンス・フォーラムにおいて提案が行われたものであり、現行の規則 1228/2003 を実現させる一環で議論が行われたものである。そのため、新 EU 電力指令 2003/54/EC と規則 1228/2003 の発効と、フローレンス・フォーラムでの国際電力取引にかかわる各種制度の議論を踏まえた上で、混雑管理ガイドラインの修正を行う必要性は規則制定に際しても関係事業者の合意があったものと考えられる。

#### (b) 国際連系線の利用可能容量の効率的な使用

ガイドライン案第 1 節において定められた規定で、国際連系線の利用可能容量を効率的に使用するため、送電系統運用者間で情報のやり取りを十分行うこと、原因者負担原則の下で混雑処理費用の負担が行われ当然に送電系統運用者もその対象に含まれる、連系線の不使用は”use-it-or-lose-it”原則に従って再び利用可能とされること、共通のタイム・テーブルに従うこと、等が規定されている。

特に については、これまで十分な情報連絡が行われておらず、ETSO が定期的に公表している託送可能容量のデータが同一潮流方向であっても管理する送電系統運用者毎に 2 つのデータが掲示される例もあった。そのため関係する送電系統運用者が情報交換を密に行い、より正確に利用可能容量の評価を行うことが期待されている。これは本ガイドライン案第 3 節国際連系線容量の計算でも触れられている。

また下記の国際連系線については地域事情を考慮して、一定期間のみ適用を延期するものとしている。

- ・ Nordel (例: デンマーク、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、ドイツ、ポーランド)
- ・ 北西欧州(例: ベネルクス、ドイツ、オーストリア、フランス)
- ・ イタリア北部国境(例: イタリア、フランス、スイス、ドイツ、オーストリア、スロベニア)
- ・ 中央欧州(例: ドイツ、ポーランド、クロアチア、スロベニア、ハンガリー、オーストリア、スロベニア)
- ・ イベリア半島(例: スペイン、ポルトガル、フランス)
- ・ イギリスとアイルランド・フランス間
- ・ バルチック諸国(例: エストニア、ラトビア、リトアニア)

#### (c) 混雑管理メカニズム

各送電系統運用者は適用可能な混雑管理手法について、文書を通じて非差別的かつ透明な基準を公表するものとする。各国の規制機関は送電系統運用者の公表した文書を市場参加者の諮問を踏まえた上で、定期的に評価を実施するものとする。

採用される混雑管理手法については、手法を特定化していないものの効果的な経済的シグナルを与え、競争を促進するものとされており、事実上市場分割方式と明示的オークション以外の手法を排除する形になっており、時間軸の設定により両者の採用も是認している。

#### (d) 国際連系線容量の計算

送電系統運用者は規制機関の認可を必要とした上で、国際連系線容量の一般的計算枠組みを公表することが義務づけられる。可能な限り確実な利用可能容量を公表するため、関係送電系統運用者間で情報交換を行うものとする。

#### (e) 市場運営のための時間軸

各連系線で様々な時間軸の採用が許容されているが、中長期（一日前より前）分については使用義務の無い送電権とし、不使用分は適切に”use-it-or-lose-it”原則に従って再び利用されるものとする。一日前段階において最終的な利用計画が確定する。

#### (f) 透明性

送電系統運用者は系統の利用可能性、系統アクセス及び系統利用、混雑が存在する場合には、その理由、混雑管理に適用する手法及び将来の対応策に係るレポートを含む、関連する適切なデータを公表するものとする。公表するデータについては、毎年、毎月、毎週、毎日という各断面において公表すべきデータが規定されている。これらデータは系統利用者を含む広く利用可能な形とすることが求められている。

#### (g) 混雑収入の使用

混雑管理に伴って付随的に発生する送電系統運用者の収入は、規制機関が定める方法に従い、実際の使用について報告を行うことが求められる。規制機関は混雑収入が本ガイドラインに定める目的に適った利用が行われているかについて、報告書を作成・公表するものとされている。混雑収入の使用先としては、国際連系線容量の維持・増加のための投資が考えられるが、認可プロジェクトについて実現のためのタイム・テーブルが明らかである必要がある。

#### (h) 商業的投資による送電系統の拡張

公的に利用されていない商業的送電設備についても、オープン・アクセスの原則が適用されることが求められており、規制下にある送電設備と同様な混雑管理が求められる。商業的送電設備について、規制に基づく報酬は適用されないが、報酬として長期契約と別に認められるのは混雑収入に基づくもの限定される。

2-3-4 第 11 回フローレンス・フォーラムでの議論とミニ・フォーラムの開催

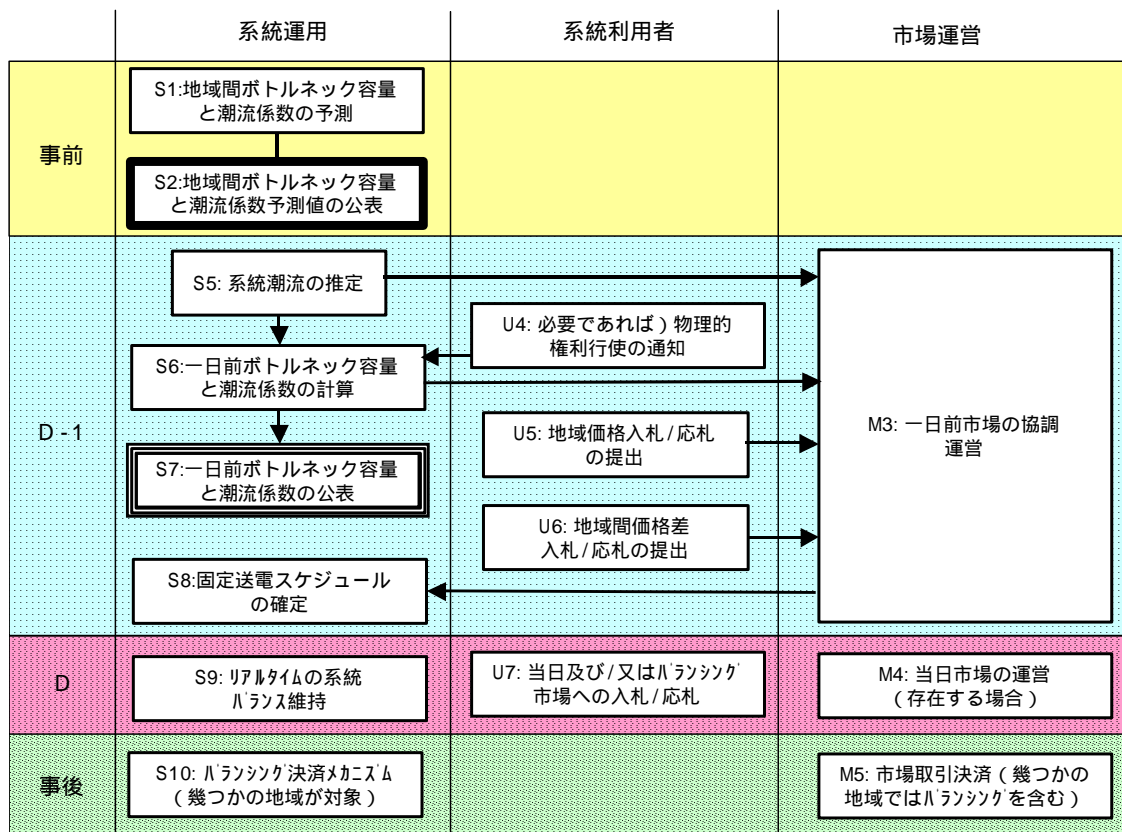
(a) FMC モデル

ETSO と EuroPX は、共同でワーキング・グループを設置し、両者が合意可能な混雑処理の市場的枠組みと技術的解決方法について議論を重ねてきた。その結果、国際的混雑管理及び欧州電力市場統合に係る ETSO・EuroPEX の共同提案として、「潮流に基づく市場結合( Flow-based Market Coupling )」が提案されるに至った。

この「潮流に基づく市場結合」の特徴は、簡略化された潮流モデルを基に各 TSO 間で潮流管理を行い、それを基に一日前段階で電力取引所及び送電権オークション市場を用いて、混雑管理を行うメカニズムの構築を目指すものである。

欧州ではほぼ各国で電力取引所が設置されていることから、各国を一つの価格ゾーンとする。この価格ゾーンを潮流モデル上のノード (node) として設定し、ノード間つまり各国間の国際連系線を 1 回線と見なして連系線の運用容量と潮流係数 (各連系線への配分係数) を与えるモデルを、この提案では想定している。ノード (= 価格エリア) 間で用いられる枠組みは、電力取引所を利用した市場分割方式 (Market Splitting) も、電力取引所を用いない明示的オークション (Explicit Auctions) のどちらも利用可能であり、各々で利用する制度間での調整を繰り返しのデータのやり取りを通じて実施することが想定されている。

図2-5 FMC モデルの考え方



(出所) ETSO・EuroPX, "Flow-based Market Coupling ~ A Joint ETSO-EuroPEX Proposal for Cross-Border Congestion Management and Integration of Electricity Markets in Europe", 2004 年 9 月

(b) ミニ・フォーラム

第 11 回フローレンス・フォーラムの結論において「混雑管理メカニズムが導入される必要のあるような異なった地域において進展させるため、特に共同体の異なった地域にガイドライン案を含む諸原則の適用方法に関して、欧州委員会及び CEER・EREGG が共同開催し、関連する TSO の代表者、ETSO・EuroPEX 及びその他全ての適切な市場関係者と特定加盟国の代表者を含む一連の「ミニ・フォーラム」が設置されるだろう。これらミニ・フォーラムは、フォーラムにより要請され、欧州委員会及び ETSO・EuroPEX によりフォーラムに提出された文書に基づき、少なくともオークションのようなメカニズムに基づく一日前協調市場の導入のための計画と詳

細なタイム・テーブルを提供するものだ。これは次回フローレンス・フォーラムにおいて報告されるよう適切に完了される必要がある。」と言及されているように、地域市場で共通的な混雑管理メカニズムを導入するため表 2-3 のような日程で検討が行われている。

この検討の際には、単に地域市場の内部の国のみではなく、例えば南西欧州市場のスペイン・ポルトガルと国際連系しているフランスも参加し、地域市場間の結合も考慮しながら検討が行われている。各地域における検討は、それぞれでの市場に基づく混雑管理手法の導入方法・統合度合いに差があり、検討項目は必ずしも一致していない模様である。

表2-3 ミニ・フォーラム開催予定

地域	参加国	日付	開催地
中西欧州	ベルギー、ドイツ、フランス、ルクセンブルグ、オランダ	2004/12/17	ブリュッセル
北欧	デンマーク、フィンランド、ドイツ、ノルウェー、ポーランド、スウェーデン	2005/1/19	ヘルシンキ
南西欧州	フランス、ポルトガル、スペイン	2005/1/21	マドリッド
中南欧州	オーストリア、フランス、ドイツ、イタリア、スロベニア、スイス、ギリシャ	2005/1/25	ミラン
中東欧州	オーストリア、チェコ、ドイツ、ハンガリー、ポーランド、スロバキア、スロベニア	2005/1/27	ピエナ
バルチック諸国	エストニア、ラトビア、リトアニア	2005/2/14	リガ
イギリス及びアイルランド	イギリス、アイルランド	2005/2/15	ロンドン

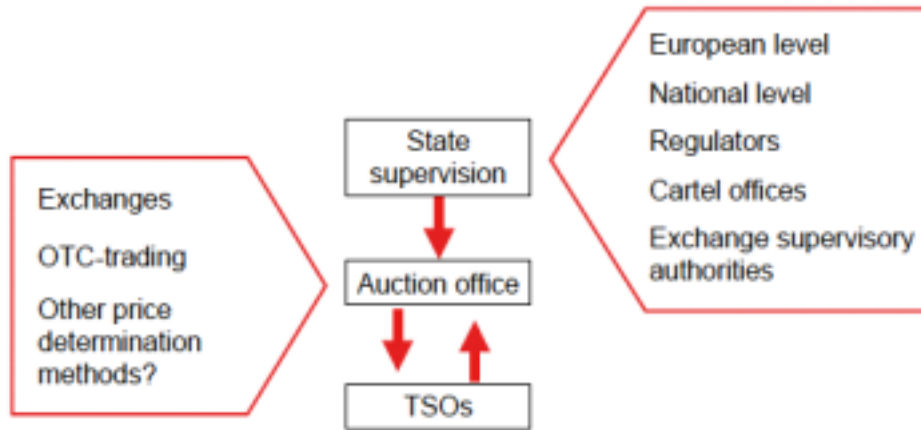
(出所) ERGEG、<http://www.ergeg.org/>

中西欧州で開催された会議ではドイツの電力取引所 EEX から全欧大で連系線利用の管理を行うオークション・オフィスという概念が提案された。これは図 2-6 に示す通り、様々なレベルの規制当局監督の下、オークション・オフィスと送電系統運用者が連携を行い、全体の連系線利用の最適化を図るものである。EEX はこのようなオフィスの設立を通じた自主的な解決手法が欧州の利益に適合している。その一方でベルギーの電力取引所 Belpex が FBMC の概念に基づきフランス Powernext 及びオランダ APX との間で市場結合を通じて取引所を開設する事例が紹介された。会議では様々な試みが行われていること自体は歓迎されるが、様々なサブシステムに直面する可能性に懸念が表明された。

北欧で開催された会議では、デンマーク＝ドイツ連系線利用を契機とする送電権市場と市場分割方式の優劣問題が議論された。デンマーク＝ドイツ連系線は送電権市場により利用が行われている。ここで北欧側より、連系線潮流と両国の価格差に関するデータが提供され、全体の利用の 25%程度が価格差と逆向きに潮流が発生していることが分った(図 2-7 参照)。北欧側はトレーダーの認識の誤りに基づき生じる問題であり、市場分割方式の導入が必要という主張を行った。ドイツ側は連系線利用の運用上の制約により利用が制限されているために生じる問題としたが、特定の送電線(Kontek ケーブル)で市場分割方式をパイロット・プロジェクトとして実験的に利用する方向性が決まった。特にドイツの関係する国際連系線で送電権オークション方式が導入されているが、この実験により送電権方式と市場分割方式の優劣が検証されることになり、欧州の混雑管理手法の選択において大きな影響を及ぼす可能性がある。

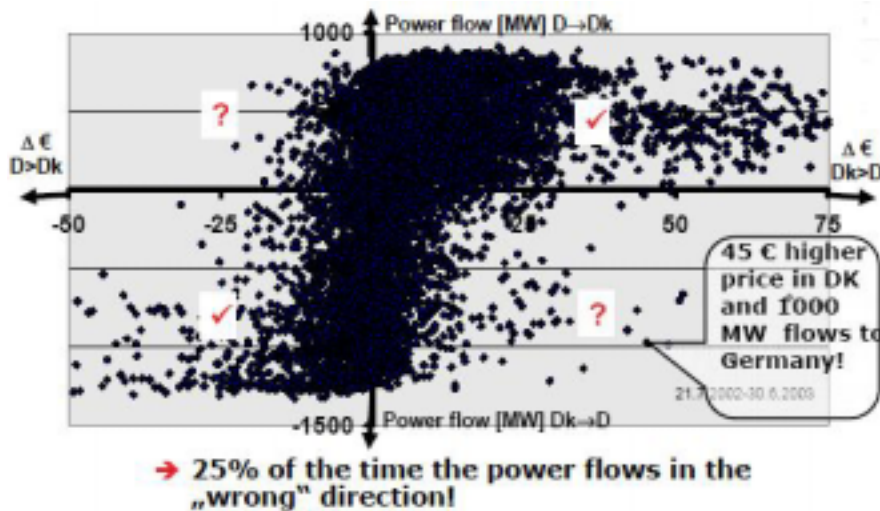
このように各地域において、導入すべき国際連系線への混雑管理手法が議論されている。ドイツは送電権オークションそして北欧は市場分割方式で導入実績があり、それぞれ自らの手法の正当性を主張する形で議論が行われている。このような議論の積み重ねを通じて、最終的には ETSO 等の提唱する FMC に制度を収束させて行くのが決定されるものと考えられることができる。

図2-6 EEX の提唱するオークション・オフィス



(出所) EEX, “Methods for Congestion Management –an Overview”, 2004 年 12 月 (中西欧州ミニ・フォーラム第 1 回)

図2-7 デンマーク＝ドイツ連系線の潮流と価格差の関係



(出所) Nord Pool, “Power Exchanges present status and recognized problems”, 2005 年 1 月 (北欧ミニ・フォーラム第 1 回)

### 3. 連系線利用・混雑処理方法と市場化の方向性

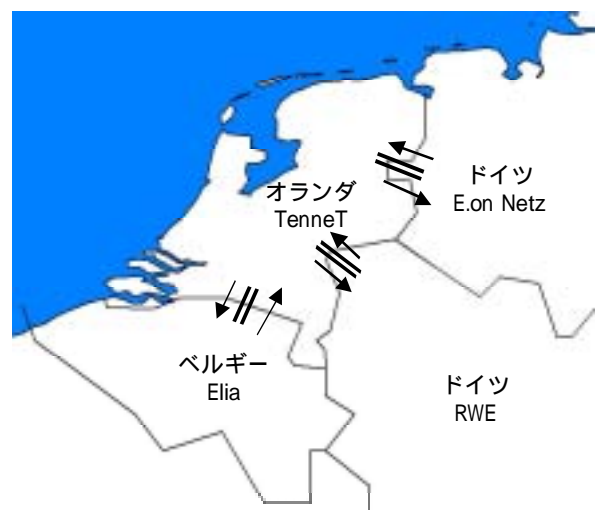
#### 3-1 送電権と市場分割の実際

##### 3-1-1 ドイツ・オランダ・ベルギー間連系線利用に係わる送電権オークション

ドイツ、オランダ及びベルギー3ヶ国は、相互の連系線利用につき、共通の送電権オークション市場を開設している。ドイツは RWE と E.on の 2 社が参加しているため、合計 4 社の送電系統運用者が参加する市場となっている。これら 4 社により“TSO Auction BV”という会社が設立され、年、月、日という区分けで送電権オークションが行われ、年では年末に開催されて翌年の連系線利用権の入札を実施、月では毎第 10 労働日ごとに開催され翌月全時間の連系線利用権の入札を実施、日では翌日各時間の連系線利用権の入札を実施する。

ドイツとベルギー間には連系線がなく、オランダの送電

図2-8 “TSO Auction”参加 TSO

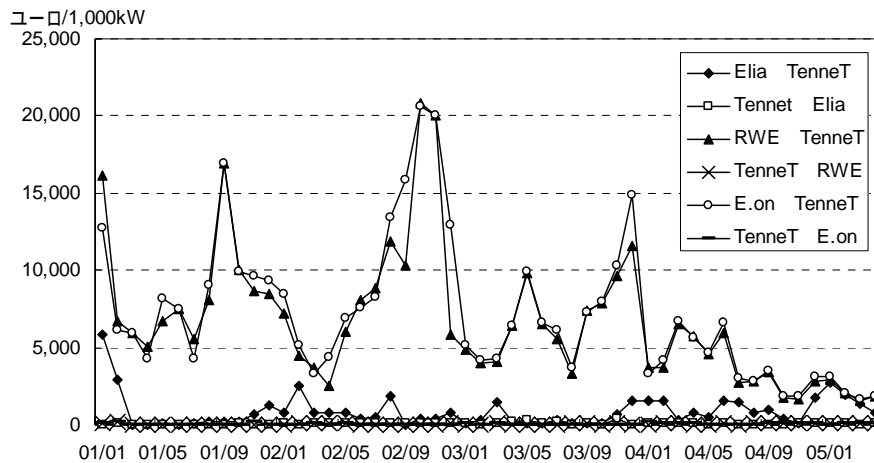


(出所) TSO Auction BV より作成

会社 TenneT を介したオランダ (TenneT) = ベルギー (Elia)、オランダ (TenneT) = ドイツ (RWE)、オランダ (TenneT) = ドイツ (E.on) の双方向の送電権について入札が行われている。<sup>5</sup> 従って、年、月及び日で取引される銘柄は、それぞれの連系線送電権 × 2 の 6 種類となる。2001 年開設以降の各銘柄の月間送電権価格は、下図の通りである。RWE から TenneT 向け及び E.on から TenneT 向けの送電権価格の価格が高く、それ以外は低価格で推移しており、また近年高めの 2 銘柄の送電権も価格が下落傾向にあることが分る。

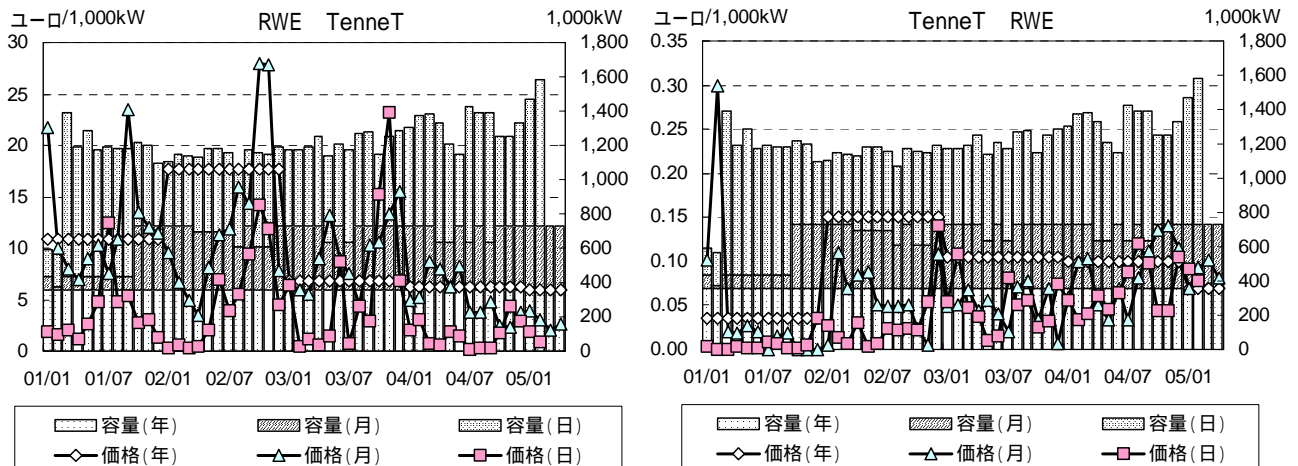
ここで「双方向」で送電権があるとしたが、同じ連系線であっても潮流の方向により利用権が定められるという意味である。例えばオランダ TenneT とドイツ RWE の間では、RWE から TenneT に向けた潮流と TenneT から RWE に向けた潮流それぞれで送電権が設定されることになる。RWE と TenneT 間の送電権価格は、図 3-3 の通りである。RWE から TenneT 方向への送電権価格が高めで推移していることが分る。

図3-1 ドイツ、オランダ、ベルギー間連系線送電権オークション価格 (月) の推移



(注) 価格は月間利用価格  
(出所) TSO Auction BV、<http://www.tso-auction.org/>

図3-2 RWE=TenneT 送電権価格とスポット価格差 (年、月、日 : RWE TenneT)



(注) 価格は時間あたり利用価格  
(出所) TSO Auction BV、<http://www.tso-auction.org/>

<sup>5</sup> ドイツ国内の RWE と E.on 間の連系線利用はドイツ国内の系統利用となるため、ドイツ国内の系統利用制度に基づいて運用され、送電権オークションの対象となっていない。



これは図 3-4 の通り、オランダの卸電力スポット価格 (APX の一日前市場価格) とドイツの卸電力スポット価格 (EEX (European Energy Exchange) の一日前市場価格) を比較すると、オランダのスポット価格の方が高いことが多く、ドイツからオランダへ向かう電力取引により利益が得られ、ドイツからオランダに向かった潮流が恒常的に起きていることが原因と考えられる。

3-1-2 送電権オークションに関する考察

これまで見たように、送電権オークションは潮流方向により利用権が設定されることが分った。この送電権を卸電力取引との関係を考えると、卸電力価格の低い地域から高い地域に向かって、連系線潮流が発生しやすいため、同方向に向かう送電権の価格が高くなる傾向がある可能性が高いことになる。

オランダの電力取引所 APX のスポット価格とドイツの電力取引所 EEX のスポット価格を比較すると、2004 年 1 年間の総時間数 8,764 時間中、APX の価格が EEX の価格を上回った時間が 4,930 時間、EEX の価格が APX の価格を上回った時間が 3,813 時間あった (残りの 41 時間は同一価格)。仮に両取引所の取引と送電権オークションが完全に連動しているのであれば、 $PP_{APX} > PP_{EEX}$  ( $PP_{APX}$ : APX スポット価格、 $PP_{EEX}$ : EEX スポット価格) となる場合に  $TP_{RWE \rightarrow TenneT} > 0$  ( $TP_{RWE \rightarrow TenneT}$ : RWE から TenneT 向きの送電権価格) となり、 $PP_{APX} < PP_{EEX}$  となる場合に  $TP_{TenneT \rightarrow RWE} > 0$  ( $TP_{TenneT \rightarrow RWE}$ : TenneT から RWE 向きの送電権価格) となることが予想される。そして両スポット市場間において完全な裁定が働くのであれば、 $PP_{APX} - PP_{EEX} = TP_{RWE \rightarrow TenneT}$ 、 $PP_{EEX} - PP_{APX} = TP_{TenneT \rightarrow RWE}$  が成立することが予想される。しかし APX と EEX のスポット価格差と送電権価格の間の分布を取ったものが図 3-5 及び図 3-6 であるが、両者の間には明確な相関関係は見出し難い。ここで、送電権価格は、連系線の空容量にも影響を受けると考えられることから、この影響も考慮するため、

$$TP = + (PP_i - PP_j) + X$$

(TP : 送電権価格 (日)  $PP_i, j$  = APX スポット価格 or EEX スポット価格、X : 空容量 > 0 であれば 1、空容量 = 0 であれば 0、なおスポット価格差は負の場合に送電権価格の非負という性格があることからスポット価格差がマイナスとなる場合には 0 となるものとして式の推定を行った。)

という関係が成立するとした場合、回帰式を単純最小二乗法により推定した結果は下記の通りとなる。

$$\langle TP_{RWE \rightarrow TenneT} \rangle$$

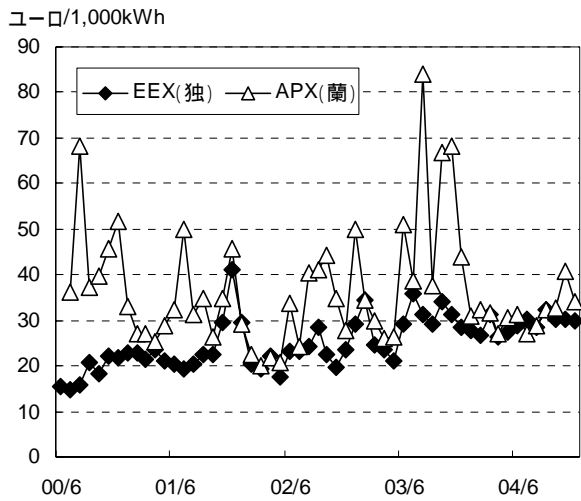
$$TP_{RWE \rightarrow TenneT} = 2.610 + 0.384 (PP_{APX} - PP_{EEX}) - 2.975X \quad (R^2 = 0.280)$$

$$\langle TP_{TenneT \rightarrow RWE} \rangle$$

$$TP_{TenneT \rightarrow RWE} = 0.093 + 0.005 (PP_{EEX} - PP_{APX}) - 0.056X \quad (R^2 = 0.047)$$

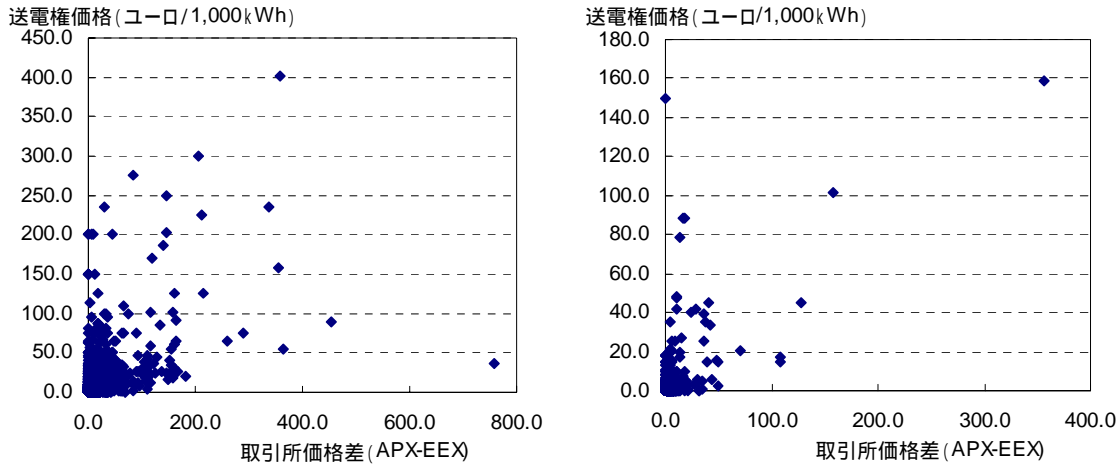
両式とも決定係数が低く、また送電権価格に対するスポット価格の感応度は  $TP_{RWE \rightarrow TenneT}$  よりも  $TP_{TenneT \rightarrow RWE}$  の方が小さいことが分る。ここでは年及び月という送電権を分析の対象としていないため、例えば年間先渡市場価格との相関関係の有無等も検証しないと、送電権と卸電力市場の関係を論じることは不十分となるが、いずれにしても短期的な送電権価格とスポット価格差の間に明確な関係を見出すのは困難であることが分り、短期的な送電権価格が卸電力市場の動向に対して理論的に正しい値に向かっていない傾向がある可能性が高いことが分る。

図3-3 ドイツ・オランダ卸電力スポット価格の推移



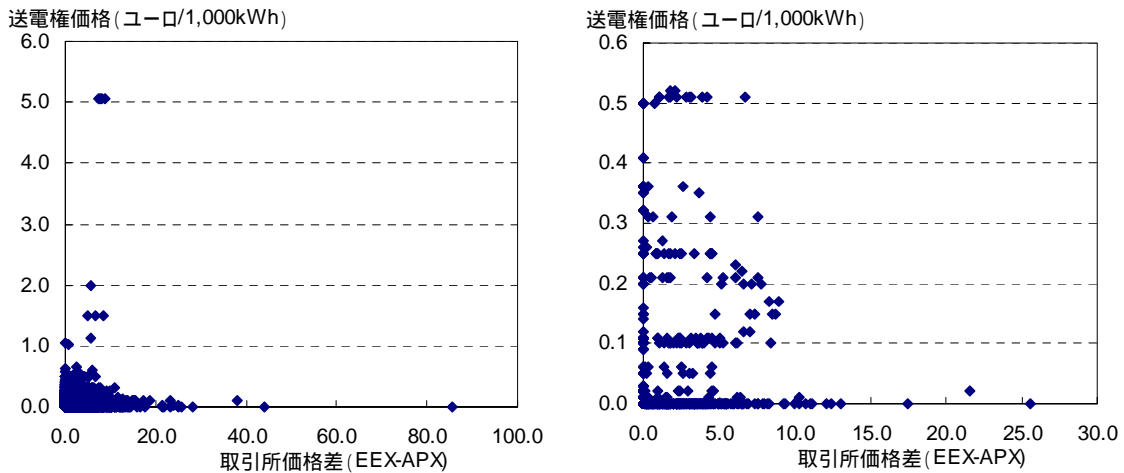
(出所) EEX・APX ウェブサイトより作成

図3-4 RWE=TenneT 送電権価格とスポット価格差の関係 (日: RWE TenneT)



(注) 価格は時間あたり利用価格。右図は左図のうち送電権価格が 180 ユーロ以下のもののみを抽出したグラフである。  
 (出所) TSO Auction BV、<http://www.tso-auction.org/>

図3-5 RWE =TenneT 送電権価格とスポット価格差の関係 (日: TenneT RWE)



(注) 価格は時間あたり利用価格。右図は左図のうち送電権価格が 0.6 ユーロ以下のもののみを抽出したグラフである。  
 (出所) TSO Auction BV、<http://www.tso-auction.org/>

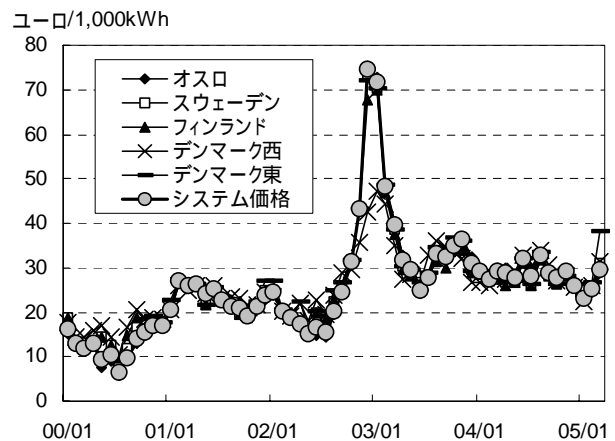
3-1-3 北欧における市場分割方式に関する考察

国際連系線利用に関して市場分割方式を導入することは、国際的な送電系統運用者間協調が不可欠であり、一体的な市場運営が必要となることから、その実現例は少ない。数少ない実現例が北欧の Nord Pool であり、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド及びデンマークの4ヶ国が参加する国際市場となっている。

Nord Pool では国内混雑も考慮し、ノルウェー2地域、スウェーデン、フィンランド、デンマーク東及びデンマーク西の6地域を価格ゾーンとして事前に設定し、ゾーン価格方式による市場分割でゾーン間混雑処理を行っている。

Nord Pool の各ゾーン価格及びシステム価格(域

図3-6 Nord Pool スポット価格の推移

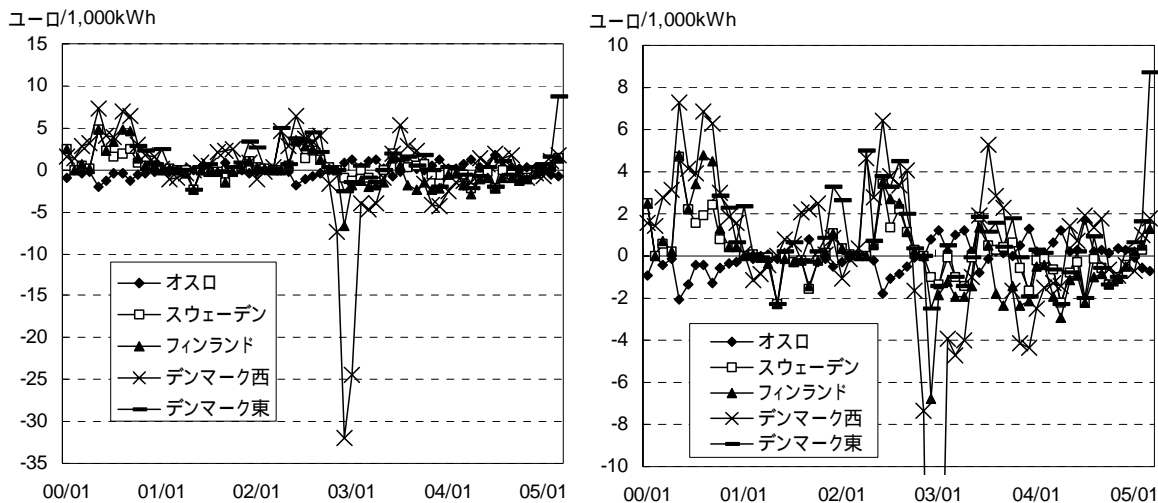


(出所) Nord Pool

内に混雑が無かった場合の価格)の推移は図 3-7 の通りである。これらゾーン価格とシステム価格の差を取ったものが図 3-8 である。図 3-7 では見えにくかったゾーン間価格差がある程度発生していることが分る。

北欧地域ではこのような価格差に従って、ゾーン間連系線の潮流が決定する仕組みとなっている。そのため、各ゾーンでの入札動向により、ゾーン間連系線潮流を大きく変動するよう運用しなければならなくなる可能性がある。このような市場分割方式は、各ゾーンの経済的最適化の結果として発生する需給調整機能を連系線に期待するものであり、従って短期的な卸電力市場の動向と完全にリンクした形で連系線利用が決定されるという性格を持つ。

図3-7 各ゾーン価格とシステム価格の差



(出所) Nord Pool

### 3-1-4 送電権オークションと市場分割方式の導入条件

#### (a) 市場分割方式の導入条件

卸電力市場との関連性という視点からは、ドイツ・オランダ・ベルギーで行われている送電権オークション制度はスポット価格の動向を十分反映しておらず、その一方で市場分割制度は逆にスポット市場の価格差を基に連系線運用が行われていることが分った。

元来北欧 Nordel では、ノルウェー及びスウェーデンが周波数維持について主要な責任を担い、原則的には各国の送電系統運用者が周波数維持を図るべく運用を行うが、周波数偏差が $\pm 0.1\text{Hz}$ を超えた場合にはノルウェー及びスウェーデンが許容値復帰を行うと定められている。つまり、各国内の系統運用という視点からは、ドイツ・オランダ・ベルギーでは各国がそれぞれ対等に責任があり、系統運用が行われているのに対して、北欧ではそれが等価でなくノルウェー及びスウェーデンとそれ以外とで役割が異なっている。周知の通り、デンマークでは発電電力量の 12.7% (2003 年) を風力に依存しており、周波数維持についてスウェーデンに多くを依存している。またノルウェーの国土は南北に細長く、スウェーデンと多点で連系していること、かつノルウェーが水力に 99% 依存、スウェーデンが水力に 40%、原子力に 49% 依存、そしてフィンランドが 60% を火力に依存と、電源構成の違いがあり、連系線を跨いで活発な電力取引を行ってきた。このように北欧地域は、北欧を一体的な「市場」として、市場分割方式を採用する(すなわちゾーン間の卸電力価格差に基づく需給調整)前提条件が整っていたことが分る。

これに対して大陸欧州電力系統である UCTE に属するドイツ、オランダ及びベルギーは、UCTE の供給信頼度規則に基づき、各国(ないし代表送電系統運用者)が周波数維持の面で等価に責任を持ち、系統運用が行われてきた。<sup>6</sup> そういった中でオランダ及びベルギーは系統規模が小さいこともあり、フランスとドイツの間の電力取引に強い影響を受けてきた。そのため、物理的な「市場」として見た場合には、「西欧市場」という単位で区切

<sup>6</sup> UCTE 規則では、例えばフランス、スペイン及びポルトガルは一つの周波数制御ゾーンと見なされ、フランスが周波数維持の責任を持つことになっており、常に各国単位で周波数維持の責任がある訳ではない。

ることも可能であるし、周波数維持の責任という観点では各国を単位として見ることも可能だという、非常に微妙な状況にある。このため一体市場としてこれら 3ヶ国を捉えることは元々適当ではなく、送電権オークションという手法が採用されたことも理解できる。なおベルギーの電力取引所 Belpex 開設に伴い、フランス、ベルギー及びオランダを市場分割方式により混雑処理することが決定しており、今後ベルギー＝オランダ間連系線及びドイツ＝オランダ間連系線の運用をどのように取り扱うのかが不透明な状態にある。市場の一体性を実現するには、フランスとドイツの協調なくして不可能であるが、主導権をどちらが担うのか、政治・経済情勢等の観点から非常に難しいのが現状である。

また送電権オークション制度の場合、長期的な連系線の利用権を確保し、中長期的な連系線潮流の利用を予測しやすいが、市場分割方式の場合、短期的な卸電力市場の状況により利用計画が決定されるので、市場全体のシミュレーション等を通じてしか利用計画を予測することができない。つまり市場分割方式の場合には、卸電力市場のみならず、系統運用面でもある程度の一体性が要求されることになる。仮に系統運用面での一体性がないままに市場分割方式が導入された場合、連系線を介した輸出入は系統制御エリア内の需給の差と等しくする必要があるのであるため、需給バランス維持面での不確実性が単純に増加することとなり、余分に予備力等を保持することが必要になるかも知れない。このように一口に市場分割方式と言っても物理的に一体的市場の範囲を基に導入されることが望ましいが、その条件を満たす地域で導入することは国際的な協力関係構築が必要となり、困難がつかまとう。

#### (b) 送電権オークションと市場分割方式～どちらが優位か？

それでは送電権オークション制度は、市場分割方式の導入が困難な場合に適切な措置と言えるのであろうか。送電権オークションは契約ルートに依存したものであり、実際の一日前市場での卸電力価格差を反映するには、前提条件の上で差があると言える。また送電権オークション制度は、当然のことながら国際連系線を使用するもののみが入札参加者となる。しかし、国を跨って電力ビジネスを行うことは、各国の法制度の違い等があり、欧州でも比較的規模の大きい電力会社に限定されている模様である。そのためドイツ・オランダ・ベルギーの送電権オークション制度の参加者も参加者数が少ないものと想像できる。一旦送電権オークション市場で権利を購入した後の転売も相対取引を通じて可能とされるが、参加者数の少なさから転売ができず、use-it-or-lose-it 原則の下、単純に権利を失うのみとなるリスクがある。そのようなリスクを中小電力会社が負担することができず、この面からも送電権オークション制度の利用者が規模の大きい電力会社に限定されてしまう。これは国際的な競争促進という観点からは好ましくなく、卸電力市場の動向を反映しにくくなることで、前述の中長期的な連系線利用を予測しやすいというメリット以外に送電権オークション制度を正当化する要素は少ないと言える。

従って、送電権オークション制度が有効に機能するには、参加者数がある程度確保可能な連系線であり、かつ物理的市場区分を跨ったものである際に、市場分割方式より優位となると考えられるのではないだろうか。参加者数要件と市場区分要件とは一見矛盾したものである。市場としての一体性が無いのであれば、利用者は限定されており、参加者数の確保が難しいと考えられるからである。しかし、特殊設備の場合には両者の条件を満たすことは可能であり、一定の条件が整えばそのような設備に限っての利用は可能ではないかと考えられる。

### 3-2 今後の方向性

#### 3-2-1 今後の欧州における連系線利用・混雑処理方法

「2. 欧州における連系線利用・混雑処理方法」で見たように、欧州では連系線利用・混雑管理手法において市場的手法の導入を目指した議論が行われているところである。その中で送電権オークションはドイツがこれまでも採用実績を積み重ねてきており、かつ事業者の創意工夫を発揮できる手法であるので、導入を強く主張している。これに対して、市場分割方式は北欧で優れた導入実績があること、かつドイツとの送電権オークションに参加していたオランダ及びベルギーがフランスとの市場分割方式採用に踏み切ったことから、今後市場分割方式が主流となることは不可避とも言える情勢である。これを後押しするのが送電権オークションの取引状況であり、送電権価格が図 2-7 及び 3-1-2 節で見たように短期的な卸電力市場動向との相関性が低いという事実がある。

従って中期的には、幾つかの特殊設備を除き、ETSO 等の提唱する FMC 方式に基づく市場分割方式の構築が欧州での課題となると考えられる。その際、各国の送電系統運用者と電力取引所が密接なデータ交換を行い、全体で最適化を図るという作業が不可欠となる。しかし、欧州では送電系統運用者間のデータ交換も一日前混雑調

整スキームで行われている程度であり、全欧州大での中期的及びリアルタイムの系統状況把握という点からは不十分な状況にある。そういった状況から発電設備容量で 5 億 kW を超える巨大な UCTE 系統を、各国の送電系統運用者及び電力取引所が「分権的に」調整を行うという FMC モデルの考え方は、大規模システムリスク等、一つ間違えば壮大な実験となってしまう危険性も孕んでいる。むしろわが国のように 2004 年度までは中央電力協議会、そして 2005 年度からは電力系統利用協議会の「中央給電連絡機能」により、わが国の連系されている送電系統運用者 9 社の送電系統システムの情報交換や調整が行われている。また 2005 年度からは連系線利用が電力系統利用協議会規則に従って、かつ同協議会を介することで行われることになっている。むしろわが国で実現しているようなシステムを構築した後、段階的に市場的手法を導入することの方が、実現性が高いと考えられ、相互に情報交換を通じて得られる利益は高いと思われる。

### 3-2-2 わが国における連系線利用・混雑処理方法へのインプリケーション

欧州では FMC 方式に基づいた市場分割方式が主流となる可能性が高いことは前項で指摘した。わが国の場合、2005 年度からの電気事業法本格施行において、電力系統利用協議会が定める連系線利用ルールでは、先着順方式及び“use-it-or-lose-it”原則が採用されている。また同時に日本卸電力取引所の連系線利用では送電混雑発生時に市場分割方式が採用されており、複数の制度が併用されているとすることができる。

わが国の場合、欧州と異なり中長期的に大規模電源の開発等があり、中長期的な連系設備利用を確保する制度が不可欠である。その際に、欧州でも行われている既存契約の尊重や、想定される市場参加者数の少なさによる市場支配力問題の回避及び長期電源開発の必要性との整合性より、未利用が明らかになった段階で連系線利用計画を認められた事業者が適切に計画の修正を行う( use-it-or-lose-it 原則のうち lose-it に該当 )ことを条件として、先着順方式には一定の合理性があると言することができる。これが電気事業制度改革の進展に伴い、十分な競争が実現可能となり、連系線利用の競合が顕著になった段階で、例えば中長期的断面で未使用の連系線利用権オークションといった手法の採用も検討可能ではないかと考えられる。欧州では様々な形態の連系設備に様々な制度が採用されており、それら利用実態を把握することで、市場分割方式の拡大若しくは送電権オークションの導入などの議論を画一的ではなく、設備環境・利用断面に応じて行うことが可能になるのではないだろうか。そういった面で、今後とも欧州の連系線を巡る利用・混雑処理方法に注目して行きたいと考えている。

お問い合わせ：[report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)